

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Comportamiento Agronómico de Frijol Ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) en la
Producción de Ejote con Fertilización Orgánica en Diferentes Dosis en Saltillo,
Coahuila

Por:

GABRIEL DE JESÚS BURCIAGA GARCÍA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Comportamiento Agronómico de Frijol Ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) en la
Producción de Ejote con Fertilización Orgánica en Diferentes Dosis en Saltillo,
Coahuila.

Por:


GABRIEL DE JESÚS BURCIAGA GARCÍA

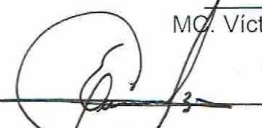
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

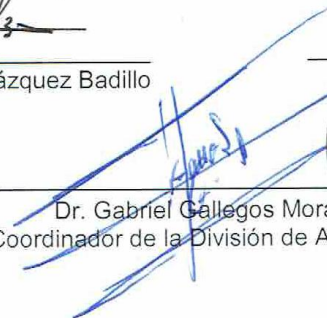
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


MC. Víctor Manuel Villanueva Coronado
Asesor Principal


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coasesor


Dr. Antonio Flores Naveda
Coasesor


Dr. Gabriel Callegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre, 2018

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por haberme dado la dicha de concluir un logro más en la vida y por acompañarme en los momentos difíciles, llenarme de fortaleza, paciencia, sabiduría y resignación para así cumplir día a día mis metas propuestas.

A mis padres el **Ing. † Manuel Ángel Burciaga Vera** y la **Sra. Rosa Angélica García Ortiz**. Por apoyarme incondicionalmente en terminar mis estudios, por hacer de mí una mejor persona, un mejor hijo y un mejor ciudadano, por enseñarme a amar a mis hermanos, a mí mismo y a mi universidad que desde niño me vio crecer.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por darme la oportunidad de crecer dentro de sus instalaciones, por formarme como un profesionista y como hombre.

A el **MC. Víctor Manuel Villanueva Coronado** por sus conocimientos, tiempo y esfuerzo dedicados a mi persona y para culminar con éxito mi carrera al igual que este trabajo de titulación.

A el **Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo**. Por haberme permitido trabajar a su lado, por el apoyo y tiempo que brindo para que esta tesis se realizara.

A el **Dr. Antonio Flores Naveda** por su paciencia y apoyo en la culminación de este trabajo de investigación.

A mi tío **Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera** por su apoyo, consejos y disciplina que me ayudaron a culminar satisfactoriamente mis estudios de licenciatura.

DEDICATORIA

A mis padres:

Sra. Rosa Angélica García Ortiz

Sr. † Manuel Ángel Burciaga Vera

Quienes me dieron la vida, por formarme y enseñarme a dar lo mejor siempre, que me enseñaron a trabajar y a amar lo que hago, por sus palabras de aliento siempre atinadas y oportunas, por todos esos sacrificios que hicieron a lo largo de mi carrera, por su comprensión y paciencia, por haberme educado de la mejor manera enseñándome todos los valores que me hacen destacar como una buena persona. Con mucho amor y cariño les dedico mi trabajo amados padres.

A mi hermana:

† Guadalupe del Rocío Burciaga García.

Por la fortaleza que das a mi corazón y a mi mente día con día, a ti te dedico este trabajo porque gracias a ti y a tu cariño tuve el coraje de terminar mi carrera. Te amo hermana.

A mis hermanos:

Juan Ángel Burciaga García, Alejandro Emanuel Burciaga García y Antonio Emanuel Burciaga García.

Por haber depositado su confianza en mí y por estar siempre cuidando que sea un gran ser humano, el mejor. Los amo hermanos.

A mi gran amigo:

Juan Erasmo Cabello Rosales.

Por ayudarme siempre y estar al pendiente de mí persona. Por esos consejos invaluable y esa hermosa amistad que me has brindado te dedico este trabajo con mucho cariño.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Descripción	Página
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
INDICE DE CONTENIDO	iii
INDICE DE CUADROS	v
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVO GENERAL	3
2.1 Objetivo específico	3
III. HIPOTESIS	4
3.1 Hipótesis alternativa	4
IV. REVISION DE LITERATURA	5
4.1 Generalidades del cultivo	5
4.2 Distribución	6
4.3 Importancia económica	6
4.4 Descripción botánica	11
4.5 Requerimientos edafoclimáticos	16
4.6 Manejo del cultivo	21
4.7 Tipos de fertilizantes	28
4.8 Plagas y enfermedades	40
V. MATERIALES Y METODOS	43
5.1 Localización geográfica	43
5.2 Material genético	44
5.3 Materiales utilizados	44
5.4 Preparación del terreno	45
5.5 manejo agronómico	45

5.6 Variables evaluadas.....	47
5.7 Diseño experimental	48
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
VII. CONCLUSIONES.....	55
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	56

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Descripción	Página
1	Producción y rendimiento del frijol ejotero en el mundo en el año 2014	7
2	Producción agrícola, rendimiento y valor de producción del frijol ejotero en México en el año 2014	10
3	Producción agrícola, rendimiento y valor de producción del frijol ejotero en el estado de Coahuila en los años 2012, 2013 y 2014	11
4	Clasificación taxonómica del cultivo del frijol	11
5	Composición química del ejote	15
6	Variedades de frijol ejotero de acuerdo a condiciones climatológicas	17
7	Temperaturas críticas del frijol en distintas fases de desarrollo	19
8	Clasificación, símbolo, forma absorbida y síntomas de deficiencia de nutrientes	29
9	Tipos de biofertilizantes	31
10	Composición química del estiércol	36
11	Análisis promedio del humus de lombriz de tierra	37
12	Propiedades físico – químico y biológicas del humus liquido de lombriz	39
13	Principales plagas del cultivo del frijol	40
14	Principales enfermedades del cultivo del frijol	42
15	Descripción de la variedad	44
16	Dosis de fertilización y fecha de aplicación para cada tratamiento	46
17	Riegos aplicados	47
18	Análisis estadístico para la variable altura de planta	51
19	Tabla de medias para altura de planta	51
20	Análisis de varianza para la variable cobertura	52
21	Tabla de medias para la variable cobertura	52
22	Análisis de varianza para la variable número de vainas	53
23	Tabla de medias para la variable número de vainas	53
24	Análisis de varianza para la variable número de granos por vaina	54
25	Tabla de medias para la variable número de granos por vaina	54

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo se han producido un total de 21'720,589 toneladas de judía verde sobre una superficie de 1'527,612 hectáreas, según los datos de FAOSTAT, el organismo de estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), correspondientes al año 2014.

Como es habitual en la producción de hortalizas, la República Popular China ocupa la primera posición con 17, 017,405 toneladas que obtuvo cultivando 633,154 hectáreas, seguida por Indonesia que produjo 855,958 toneladas sobre 113,233 hectáreas y por Turquía, con 638,469 toneladas sobre 74,000 hectáreas.

Con lo que respecta a la república mexicana los principales estados productores de ejote son: Morelos, Sinaloa Hidalgo y Puebla los cuales concentran un 80% de la producción nacional; con un promedio de 26,438.43, 14,759.72, 12,896.35 y 11,573.37 toneladas respectivamente; datos obtenidos por año agrícola entre 2010 y 2015. Coahuila tuvo en ese mismo periodo una producción de 407.6 ton (INFOSIAP, 2015).

Al ejote se le atribuyen propiedades nutraceuticas, por presentar un bajo contenido calórico de 133.9 kj por 100g de fruto seco (Adsule et al. 2004), que puede ayudar a reducir el sobrepeso y la obesidad. Así mismo, por su alto contenido de fibra (25%) (Vestirilly, 2002). En México su bajo consumo se relaciona con cuestiones culturales, ya que desde épocas prehispánicas se utilizaba más como grano seco que como ejote (Kaplan, 1965). Además, los cultivares utilizados actualmente no están bien adaptados y tienen rendimiento

promedio de $3.7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, que no satisface la demanda interna de $1.1 \text{ kg per cápita}$ (Salinas *et al.*, 2008). Otro factor que contribuye a este bajo rendimiento en las áreas de agricultura de secano es la escasa y heterogénea distribución de la precipitación (Roy *et al.*, 2000). La demanda en el consumo de frijol ejotero en México es creciente y no se aprecian saltos de producción espectaculares en los últimos años, por tal razón la demanda externa abastece los mercados locales y nacionales y por tal motivo los precios mantienen una tendencia a la alza. Una de las tareas en búsqueda de una mejor agricultura en el agro mexicano es implementar estrategias y opciones para incrementar los rendimientos mediante el adecuado reciclaje de los residuos generados por la actividad agropecuaria, por el cual cabe mencionar algunos productos que se han empezado a implementar en algunos estados de la república mexicana como es la composta sólida, líquida, los cuales son desechos orgánicos transformados en fertilizante orgánico mediante la ayuda de lombrices que descomponen los desechos y los transforman para el aprovechamiento de las plantas, (Garcés *et al.*, 2004). Debido a experiencias obtenidas se ha encontrado que entre los problemas más fuertes en el ámbito de semilla es que existen cuidados culturales limitados, falta de semilla para la producción, mezclas varietales con efecto colateral en su uso, y como la falta de adaptación de los diferentes ambientes, susceptibilidad a plagas y enfermedades, dependencia al mercado exterior. Por lo consiguiente es importante enfatizar y analizar ya que hoy en día es una de las problemáticas que enfrentan las variedades que se liberan y que son promesa de calidad en la dieta alimentaria. Por lo antes mencionado se deben buscar diversos mecanismos e implementar un programa para la producción de semilla de frijol ejotero en

México, así como participar en la elaboración de un programa de mejoramiento genético donde se desarrollan variedades con un buen potencial agronómico y adaptación de diversos ambientes. Actualmente, no se han generado variedades de frijol ejotero que satisfagan la demanda a nivel nacional. Por tal motivo se planteó el siguiente trabajo con la finalidad de comprobar la efectividad de la composta líquida de lombriz en el desarrollo y rendimiento del frijol ejotero bajo condiciones de riego.

II. Objetivo general

Evaluar el comportamiento del humus líquido en la producción del frijol ejotero.

Comprobar la efectividad del humus líquido en el rendimiento del frijol ejotero mediante la técnica drench (forma dirigida a las plantas) aplicado entre hileras dobles.

Objetivo específico

Evaluar diferentes dosis de fertilización para comprobar la efectividad del humus líquido como impacto en su fenología, rendimiento, crecimiento y rentabilidad.

Generar una cultura del uso de fertilizantes orgánicos, para la producción de semilla de frijol ejotero.

III. Hipótesis

Al aplicar humus líquido directamente al suelo, antes de la siembra y durante las etapas fisiológicas del cultivo, incrementa la producción de semilla de frijol ejotero.

Hipótesis alternativa

La aplicación de humus en el cultivo de frijol ejotero, antes y después de la siembra, no muestra respuesta significativa en la producción.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Generalidades del cultivo

Origen

Entre los años 9000 y 5000 a. C. en diferentes partes del mundo, se domesticaron diversas especies vegetales, entre ellas el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) el frijol común se originó en Mesoamérica y posteriormente se domesticó entre los 5000 y 2000 años a. C. en dos sitios del continente americano: Mesoamérica (México y Centroamérica) y los Andes (Sudamérica). A partir del frijol silvestre se formaron dos acervos genéticos domesticados distintos, Mesoamericano y Andino. El uso de nuevas herramientas biotecnológicas y genómicas, han ofrecido evidencias definitivas sobre el origen, domesticación y diversidad de *P. vulgaris* (Hernández-López *et al*, 2013).

Kaplan (1965) estableció que *Phaseolus vulgaris* se domesticó en el Valle de Tehuacán, Puebla, México, hace aproximadamente 7000 años, probablemente en asociación con el maíz. En las cuevas 'El Guitarreo' y 'El Callejón' en Hualyas, Perú se recuperaron restos de *P. vulgaris*, con características similares a las formas actuales cultivadas de frijol. Esto indica que Perú, pudo ser uno de los primeros centros de domesticación del frijol. El análisis de los restos de plantas con base en la prueba del 14C indicó que la edad media del *P. vulgaris* domesticado es de 7680 ± 280 años (Kaplan *et al.*, 1973).

4.2 Distribución

Distribución mundial

Actualmente, el frijol se encuentra distribuido en 5 continentes y es un componente esencial en la dieta especialmente de Centroamérica y Sudamérica. (Armando, 2003).

La forma cultivada se encuentra en todo el mundo con excepción de climas muy fríos.

Distribución en México

Se reporta en los estados de Chiapas, Colima, Durango, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, San Luís Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán (Villaseñor y Espinosa, 1998).

4.3 Importancia económica

Producción mundial

En el mundo se han producido un total de 21,720,589 toneladas de judía verde sobre una superficie de 1'527,612 hectáreas, según los datos de FAOSTAT, el organismo de estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), correspondientes al año 2014.

Como es habitual en la producción de hortalizas, la República Popular China ocupa la primera posición con 17, 017,405 toneladas que obtuvo cultivando 633,154 hectáreas, seguida por Indonesia que produjo 855,958 toneladas sobre 113,233 hectáreas y por Turquía con 638,469 toneladas sobre 74,000 hectáreas.

El cuarto lugar está ocupado por La India, que produjo en el citado año 636,103 toneladas de ejotes sobre 225,727 hectáreas, seguida en quinta posición por Tailandia con 305 toneladas y 171 hectáreas, en sexto lugar Egipto con 253,110 toneladas y 25,069 hectáreas. En México, para el mismo año participó con 93,753 toneladas cultivando 10,300 hectáreas (FAOSTAT, 2014), como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Produccion y rendimiento del frijol ejotero en el mundo en el año 2014.

No.	País	Superficie sembrada (Hectareas)	Toneladas cosechadas	Rendimiento por hectarea Ton/ha
1	China	633154	17017405	26.87
2	Indonesia	225727	855958	3.79
3	Turquia	170791	638469	3.73
4	India	113233	636103	5.61
5	Tailandia	74000	305002	4.12
6	Egipto	25069	253110	10.09
7	España	10169	188210	18.50
8	Marruecos	7215	169060	23.43
9	Italia	15975	139938	8.75
10	Belgica	8900	112600	12.65
11	Bangladesh	20000	110000	5.5
12	Mexico	10300	93753	9.10
13	Sri Lanka	7962	81743	10.26
14	Argelia	11456	79570	6.94

Fuente: FAOSTAT, 2014.

Producción en México

Los principales estados productores de ejote en México son los estados de Morelos, Sinaloa Hidalgo y Puebla, los cuales concentran un 80% de la producción nacional; con un promedio de 26,438.43, 14,759.72, 12,896.35 y 11,573.37 toneladas respectivamente, datos obtenidos por año agrícola entre 2010 y 2015. El estado de Coahuila presentó en ese mismo periodo una producción de 407.6 toneladas (INFOSIAP, 2015).

En el Noroeste del país, se han llegado a sembrar hasta 248, 000 hectáreas de frijol al año en condiciones de riego, humedad residual y temporal; dichas siembras se realizan generalmente en suelos de barrial, en donde la mayoría presenta deficiencia de nitrógeno y en menor superficie deficiencias de fosforo.

En la región Noroeste de México un alto porcentaje de productores, aplican fertilizantes nitrogenados, algunos también aplican fertilizantes a base de fosforo y son pocos los agricultores, que no aplican abono al frijol, por los que los rendimientos por hectárea son superiores a las medias de producción que se obtienen a nivel nacional (Camargo, 1999).

Superficie sembrada

La superficie promedio sembrada con frijol ejotero entre 2005 y el 2015, fue de 9,984.06 has; de las cuales 9,941.35 has, fueron en condiciones de cielo abierto, 9.08 has, bajo invernadero y 23.204 has, fueron destinadas a la producción orgánica.

Rendimiento

El rendimiento promedio obtenido con frijol ejotero durante el mismo periodo fue de 22.54 toneladas por hectárea de vainas tiernas y 9.32 ton ha⁻¹ se obtuvieron en condiciones de cielo abierto. Bajo condiciones de invernadero y de producción orgánica, se obtuvieron 15.705 y 4.64 ton ha⁻¹ respectivamente. Ver Cuadro 2.

En el periodo del 2010 al 2015 se produjeron 54,551.79 ton en el ciclo otoño-invierno, bajo condiciones de riego en el ciclo primavera-verano, bajo las mismas condiciones se produjeron 29,197.01 ton. Bajo condiciones de temporal, para el mismo ciclo se obtuvo una producción de 754.21 ton en el ciclo otoño- invierno y para el ciclo primavera-verano se obtuvieron 654.16 ton en la misma modalidad.

Precio medio rural (PMR)

El precio medio rural para el periodo del 2005 al 2015, fue en promedio de \$6,025.12 pesos por tonelada de vainas tiernas en producción a cielo abierto, de \$22,176.98 por tonelada producida en invernadero y de \$15,641.45 por tonelada de ejote orgánico. Ver Cuadro 2.

Cuadro 2. Producción agrícola, rendimiento y valor de producción del frijol ejotero en México en el año 2014.

Estado	Superficie sembrada (has)	Superficie cosechada (has)	Superficie siniestrada (has)	Producción	Rendimiento	PMR \$/ton	Valor de producción (miles de pesos)
Morelos	2,219.00	2,219.00	0	23,018.17	10.37	6,094.63	140,287.22
Hidalgo	2,044.00	1,563.00	481	12,860.00	8.23	6,802.36	87,478.30
Sinaloa	1,900.95	589	1,311.95	5,676.00	9.64	5,215.87	29,605.25
Puebla	1,157.72	1,066.97	90.75	9,469.62	8.88	7,806.48	73,924.44
Jalisco	474.5	474.5	0	3,645.25	7.68	4,590.29	16,732.74
Sonora	383	333	50	2,783.22	8.36	4,147.57	11,543.60
Nayarit	283	283	0	3,218.80	11.37	8,451.04	27,202.20
Baja california	206.75	176	30.75	1,063.65	6.04	14,513.31	15,437.09
Oaxaca	159.65	159.65	0	1,560.26	9.77	6,378.01	9,951.36
Veracruz	155	125	30	970.5	7.76	4,825.35	4,683.00
Baja california	145.25	132.25	13	1,523.19	11.52	12,553.83	19,121.87
Aguascalientes	86	86	0	1,077.00	12.52	3,754.13	4,043.20
Michoacán	81	81	0	950.1	11.73	5,077.24	4,823.88
Yucatán	44.5	44.5	0	678.63	15.25	12,000.00	8,143.56
Guerrero	27	27	0	177.8	6.58	5,311.59	944.4
Guanajuato	25	25	0	171.05	6.84	5,631.37	963.24
Zacatecas	22	22	0	236.4	10.74	2,069.37	489.2
San Luis potosí	15	15	0	128	8.53	4,522.73	578.91
México	8.7	8.7	0	60.35	6.94	4,938.98	298.07
Total	9,438.02	7,430.57	2,007.45	69,267.99	9.32	6,586.76	456,251.53

Fuente: SIAP, 2014.

Cuadro 3. Producción agrícola, rendimiento y valor de producción del frijol ejotero en el estado de Coahuila en los años 2012, 2013 y 2014.

Año	Municipio	Superficie sembrada (has)	Superficie cosechada (has)	Superficie siniestrada (has)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)	PMR (\$/ton)	Valor de producción (miles de pesos)
2012	Acuña	80	80	0	552	6.9	3,500.0	1,932.0
2013	Acuña	100	100	0	670	6.7	3,700.0	2,479.0
2014	Acuña	120	120	0	816	6.8	3,600.0	2,937.6

4.4 Descripción botánica

Taxonomía

Cuadro 4. Clasificación taxonómica del cultivo de frijol.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Genero	Phaseolus
Especie	P. vulgaris L.

Fuente: FIRA, 2001.

Tamaño

Hierba de vida corta, enredada en forma de espiral en algún soporte, o erecta en forma de arbusto, con algunos pelillos. De hasta 40 cm de alto los tipos arbustivos y de hasta 3 m de largo las enredaderas (Isely, 1990).

Germinación

Para el caso del frijol un periodo de 10 a 13 días es suficiente para alcanzar una germinación en un 95 al 100% bajo condiciones de campo (De la Cruz, 1995).

Raíz

El sistema radicular está formado por la raíz primaria o principal que se desarrolla a partir de la radícula del embrión, sus raíces son pivotantes en su origen, y ramosas y fibrosas después, penetran en el suelo a profundidades que varían de 90 a 120 cm, y poseen pequeñas nudosidades que son colonias de bacterias que fijan nitrógeno molecular atmosférico (COVECA, 2011).

Tallo

Es identificado como el eje central de la planta, está formado por una sucesión de nudos y entre nudos, es herbáceo, con sección cilíndrica o levemente angular, puede ser erecto, semipostrado o postrado según el hábito de crecimiento de la variedad. (Hernández, 2000).

Hojas

Las primeras hojas son sencillas y nacen de entre los cotiledones, son de forma acorazonada con peciolo grueso y pubescente. Las hojas posteriores, son alternas y trifoliadas, con foliolos cordiformes y de superficie pubescente y abullonada. El borde es entero y presenta nervaduras bien desarrolladas. Las hojas tienen formas más o menos oval, de textura lisa o reticulada, su color varía desde verde amarillento, hasta verde oscuro. (Parsons, 1981).

Inflorescencia

Pocas flores dispuestas sobre pedúnculos más cortos que las hojas, ubicados en las axilas de las hojas; las flores acompañadas por brácteas estriadas (Isely, 1990)

Terán (1983) menciona que la inflorescencia axilar es asociada a un crecimiento indefinido, clasifica a la planta de frijol como una planta de crecimiento indeterminado (enrame) y si las inflorescencias son terminales, el crecimiento llega a un desarrollo final.

Flores

El cáliz es un tubo campanulado que hacia el ápice se divide en 5 lóbulos, 2 de los cuales se encuentran parcialmente unidos; la corola rosa-púrpura a casi blanca, de 5 pétalos desiguales, el más externo es el más ancho y vistoso, llamado estandarte, en seguida se ubica un par de pétalos laterales similares entre sí, llamados alas y por último los dos más internos, también similares entre

sí y generalmente fusionados forman la quilla que presenta el ápice largo y torcido en espiral y que envuelve a los estambres y al ovario; estambres 10, los filamentos de 9 de ellos están unidos y 1 libre; ovario angosto, con 1 estilo largo y delgado, con pelos hacia el ápice, terminado en un estigma pequeño. (Isely, 1990).

Fruto

Es una vaina que se compone de un pericarpio carnoso y de semillas, las distintas variedades poseen pericarpio carnoso, jugoso y tierno, en el interior de las partes carnosas no se forman capas de cutícula, así como tampoco en el borde de las vainas se forman fibras duras (hilos). Los frutos de la habichuela, alcanzan la maduración económica aproximadamente a los 16 o 17 días después de la floración (COVECA, 2011).

Semilla

La semilla no posee albumen, por lo tanto, las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones, puede tener varias formas: ovalada, redonda, redondilla, cilíndrica, arriñonada.

La semilla tiene una amplia variación de colores (blanco, crema, rojo, amarillo, café morado), de forma y brillo. La combinación de colores también es muy frecuente. Esta gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de las variedades y clases comerciales de frijol. (CIAT, 1984). Por su parte Debouck e Hidalgo (1984), indican que el micrópilo es

visible en la testa de la semilla, presenta ciertas aberturas naturales, lo que permite principalmente la absorción de agua, además que la estructura denominada rafe y localizada en el lado opuesto del micrópilo, proviene de la soldadura del funículo con la semilla.

Cuadro 5. Composición química del ejote.

Compuesto	%
Agua	89.0
Glúcidos	7.0
Prótidos	2.4
Minerales	1.4
Grasas	0.2
Total	100

Fuente: Parson, 1981.

No posee albumen, por lo tanto, las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones, puede tener varias formas: ovalada, redonda, redondilla, cilíndrica, arriñonada. Tiene una amplia variación de colores (blanco, crema, rojo, amarillo, café morado), de forma y brillo. La combinación de colores también es muy frecuente. Esta gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de las variedades y variedades comerciales de frijol (CIAT, 1984).

4.5 Requerimientos edafoclimáticos

Clima

Los requisitos de clima difieren mucho con respecto a las especies del frijol, por ejemplo, el frijol común se desarrolla bien en regiones templadas y tropicales con lluvias abundantes, entre los 1000 y 1500 mm de precipitación anuales en promedio. Esta especie no es resistente a las heladas. Las lluvias durante la floración, pueden provocar la caída de las flores.

El clima más propicio es el templado en promedio de 15 a 24 grados centígrados, ausencia de vientos y precipitaciones fuertes que provocan daños físicos y fisiológicos en la planta. Asimismo, se debe cultivar en épocas y regiones que estén al resguardo del frío y de los cambios bruscos de temperaturas, ya que también afecta fuertemente a la planta. El clima seco, afecta principalmente la fructificación.

En cuanto al frijol ejotero, existen variedades adaptadas a diferentes condiciones climatológicas, como se puede apreciar en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Variedades de frijol ejotero de acuerdo a condiciones climatológicas.

Variedad	Cálidas	Templadas
Labrador	*	*
Contender	*	*
Kentucky Wonder	*	*
Black Valentine	*	*
Stringless	*	*

Fuente: Casseres, 1981.

Fotoperiodo

Aunque, existe variación en los niveles de sensibilidad a la duración del día entre diferentes variedades, en general la planta de frijol es muy sensible a la duración del día o fotoperiodo.

En la mayoría de las variedades, los días cortos tienden a acelerar el desarrollo reproductivo, por lo que se acepta que el frijol es una planta de días cortos. Normalmente, los estudios hacen énfasis en los efectos del fotoperiodo en la floración, pero en la planta del frijol el fotoperiodo, afecta muchas otras características, tales como el grado de ramificación, la elongación de los tallos y la duración de la etapa de llenado de vainas. Estos efectos frecuentemente tomados como inestabilidad en el hábito de crecimiento, pueden afectar la utilidad de una variedad, además de su precocidad o madurez tardía relativas (White, 1988).

Altitud

El cultivo de frijol se adapta a condiciones ideales desde 200 hasta 1500 msnm.

Precipitación

El cultivo necesita precipitaciones de entre 300 a 400 mm de lluvia. La falta de agua durante las etapas de floración, formación y llenado de vainas, afecta seriamente el rendimiento. El exceso de humedad, afecta el desarrollo de la planta y favorece el ataque de un gran número de enfermedades.

Suelos

El cultivo de frijol se desarrolla adecuadamente a suelos profundos, fértiles, preferiblemente de origen volcánico con no menos de 1,5% de materia orgánica en la capa arable y de textura liviana con no más de 40% de arcilla, como los de textura franco, franco limoso y franco arcilloso, ya que el buen drenaje y la aireación son fundamentales para un buen rendimiento de este cultivo.

Temperatura

Cuadro 7. Temperaturas críticas del frijol en distintas fases de desarrollo.

Periodo de temperatura	Valor
Temperatura optima del suelo	15 – 20 C
Temperatura ambiente optima de germinación	20 – 30 C
Temperatura mínima de germinación	10 C
Temperatura optima durante el día	21 – 28 C
Temperatura optima durante la noche	16 -18 C
Temperatura máxima biológica	35 – 37 C
Temperatura mínima biológica	10 – 14 C
Temperatura mínima letal	0 – 2 C
Temperatura optima de polinización	15 – 25 C

La planta de frijol se desarrolla bien en temperaturas promedios entre 15 y 27 C, en términos generales, las bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas causan una aceleración. Las temperaturas extremas, pueden ser soportadas por periodos cortos, pero por tiempos prolongados causan daños irreversibles. (Rios y Quiroz, 2002).

pH

El pH ideal para el crecimiento del cultivo de frijol está en el rango neutro a moderadamente ácido que comprende de 6,0 a 6,5. Si, las plantas de frijol reciben agua que es extremadamente ácida o alcalina, son más propensas a presentar enfermedades o condiciones que restringen su crecimiento. (Whiting, 2009).

Profundidad del suelo

Se requieren suelos de mediana profundidad, aproximadamente de 30 a 40 cms como capa arable.

Humedad

Uno de los factores más importantes que influyen para obtener productos agrícolas de buena calidad y de mejores características es el suministro adecuado de humedad al cultivo y esto es muy importante en los productos que contienen un alto porcentaje de ella como lo son las hortalizas. Para el caso del cultivo del frijol ejotero, las necesidades de humedad son fundamentales en las etapas de floración y fructificación; faltando humedad en estas etapas, se cae la flor y se deforma la vaina respectivamente. El exceso, provoca caída de flor y clorosis generalizada, además de propensión a desarrollo de enfermedades (Meza, 1995).

Especies cultivadas

La planta de frijol (*Phaseolus* spp.) pertenece a la familia de las leguminosas (Leguminosae o Fabaceae), junto con los chícharos, habas, soya, mezquites, huizaches y alrededor de 19,400 especies. En el mundo se conocen alrededor de 150 especies de frijoles, de las cuales 50 se encuentran en México con gran variedad de tamaños, colores y requerimientos ecológicos. (Muñoz-Saldaña 2010).

4.6 Manejo del cultivo

Preparación del suelo

Un barbecho profundo de entre 20 y 30 centímetros de profundidad es ideal, tan pronto se haya terminado, la cosecha anterior, lo cual permite obtener las siguientes ventajas; se introducen los residuos de la cosecha anterior, con lo que se acelera su descomposición, se reduce la población de malas hierbas (aumentando con esto la materia orgánica del suelo). A su vez, se eliminan las larvas de insectos o estados de desarrollo de estas; y se evita la compactación del suelo, con lo que se mejora su textura y estructura (INIA, 1981).

Asimismo, se recomienda uno o dos pasos de rastra, a fin de desbaratar los terrones grandes y facilitar así la nivelación, si es necesaria, con esto se logra una buena distribución del agua de riego y/o de lluvia y se evita tener partes bajas inundadas donde la planta tiene un desarrollo raquítrico y clorótico o bien, partes altas donde a la planta le falte humedad.

En los terrenos es conveniente trazar los surcos en contorno, siguiendo las curvas de nivel para ocultar la erosión del suelo y aprovechar mejor la humedad.

Las labores anteriores mejoran la calidad del suelo, ya que en estas circunstancias este tiene una mejor aireación y capta una mayor cantidad de agua, lo cual se refleja en mejores condiciones para el desarrollo de la planta desde el inicio hasta su desarrollo (INIIA, 1981).

Fechas de siembra

El frijol ejotero es muy sensible tanto a las temperaturas bajas como a las temperaturas muy altas y es recomendable sembrarlas, una vez que haya pasado el peligro de las heladas en zonas altas y después los calores fuertes del verano, en zonas bajas y costeras. Las lluvias excesivas al momento de la floración son también desfavorables, debido a que pueden provocar la caída de las flores. Las siembras de temporal, dentro de las limitaciones impuestas por la temporada de lluvia, deben ajustarse en la medida de lo posible a las fechas recomendadas (De la Cruz, 1995).

Siembra

En los suelos de barrial se sugieren surcos separados de 80 cm. En las variedades de hábito de crecimiento de mata se puede emplear el método de camas de 1.0 m con doble hilera de plantas. La distancia entre hileras debe ser de 40 cm y 60 para el cultivo. Para variedades de hábito de crecimiento semi guía de tipo negro, se requiere una separación entre surcos de 80 a 92 cm. En suelos

de aluvión se sugiere sembrar únicamente a hilera sencilla, debido a que el desarrollo del cultivo es mayor. La profundidad de la semilla en barrial varía de 6 a 8 cm y en aluvión de 4 a 6, bien cubierta con tierra húmeda ligeramente apisonada. Se sugiere no reducir la distancia entre surcos para evitar el exceso de humedad y facilitar la penetración de aire de los rayos solares a través de la planta, con lo cual se reducen los riesgos de infecciones de enfermedades fungosas.

Densidad de siembra

En la siembra normal se recomienda de 30 a 40 kg por hectárea de semilla, con el método de doble hilera se utilizan de 70 a 80 kg de semilla por hectárea. La sembradora deberá combinarse para que deposite 10 semillas por metro lineal en cada hilera. Es decir, en un metro se tendrán 20 plantas en las dos hileras.

El método de siembra de doble hilera, representa una opción para resolver en parte la problemática en la producción de frijol de riego, ya que tiene una ventaja de hacer un uso intensivo de los insumos (agua, suelo y fertilizantes), destinados al cultivo, ya que, a pesar de tener mayor número de plantas, los insumos aplicados son los mismos que con la siembra de una hilera, se logra un incremento superior al 40 % en relación al que normalmente se obtiene. Los costos en preparación no se incrementan solo se incrementa el costo de la semilla ya que se requiere el doble de semilla para sembrar la misma superficie de terreno (INIFAP, 2005).

Se recomienda que al sembrar se depositen entre 15 y 18 semillas por metro de surco, bien distribuidas, para siembra de hilera sencilla y para siembras a doble hilera depositen de 12 a 16 semillas por metro, con lo cual se podrá obtener entre 10 y 14 plantas por metro lineal (COVECA, 2011).

Rotación

La rotación se recomienda realizar, para evitar la incidencia de plagas y enfermedades. El frijol ejotero se debe cultivar cada 5 años y cada 3 años como mínimo de tiempo en un terreno, se le considera en este aspecto, una planta renovadora del suelo por su exigencia en diferentes labores y el elevado residuo de fertilidad que deja en el suelo, además de ser apropiado para la rotación por su corto ciclo (De la Cruz, 1995).

Control manual de malezas

El período crítico de competencia de las malezas en frijol es el primer mes después de la emergencia de la planta cultivable. Si, el cultivo se mantiene libre de malezas durante este período, los rendimientos serán tan altos como los que se obtienen realizando el control de malezas durante todo el ciclo. Por lo tanto, se recomienda el control manual de malezas a las dos y cuatro semanas, después de la emergencia del frijol en dependencia de la infestación local de malezas, arrojará un efecto de control adecuado. Si, el frijol se siembra en hileras como el cultivo acompañante en la asociación, esto facilitará el uso de aperos de labranza con tracción animal para el desyerbe entre hileras. (FAO, 1994).

Riego

Se deben tener presentes las condiciones climáticas existentes para realizar los riegos, el cultivo se puede desarrollar hasta con 250 mm o con 3 riegos, siendo el mejor de 4 a 6 ligeros; el riego por aspersión para el frijol ejotero, no es recomendable, ya que colabora en gran parte para la incidencia de plagas y enfermedades propias de este cultivo (Mendoza, 1995).

Cosecha

Se realiza generalmente cuando el fruto tiene las características deseadas; cuando las vainas hayan alcanzado su máximo tamaño y las fibras, no se hayan formado todavía (Parsons, 1981).

La cosecha manual se inicia generalmente a los dos meses después de la siembra y en algunas variedades, hasta los 70 – 80 días en las de crecimiento determinado y alrededor de los 100 y 110 días en las de enrame. Este tipo de cosecha absorbe del 50 a 60 % del costo total del cultivo, ya que utiliza mucha mano de obra. Los cortes se realizan cada 5 o 7 días dependiendo de la variedad y de las condiciones climáticas. Se debe cuidar el porte, ya que de eso depende la aceptación y el precio en el mercado por consumirse fresco y para este caso el aspecto es muy importante (Mendoza, 1995).

La cosecha mecánica ofrece un producto de menos calidad por los daños que le ocasiona la maquinaria que se emplea para este propósito, además rinde de 7 -

8 toneladas por hectárea, por lo que el destino de esta producción, será generalmente industrial.

Fertilización

El cultivo del frijol requiere una aplicación de macronutrientes, tales como nitrógeno, fósforo y potasio. En cuanto al nitrógeno, normalmente tiene un mayor efecto en el crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo que cualquier otro nutriente. Pero está claro que su uso excesivo, puede ser un derroche económico y dar lugar a problemas, por tanto, al momento de realizar la fertilización nitrogenada, hay que tener en cuenta tres aspectos fundamentales:

- 1.- Los requerimientos de nitrógeno por el cultivo.
- 2.- La cantidad de nitrógeno que el suelo puede suministrar al cultivo.
- 3.- Los costos de los fertilizantes y el valor esperado de la cosecha.

En cuanto a la respuesta de la aplicación de nitrógeno el CIAT (1997), cita que el frijol presentó una respuesta positiva a los niveles de 200 a 400 kg de nitrógeno por hectárea.

Mientras el fósforo se encuentra dentro de los procesos metabólicos de la planta, la importancia de este elemento radica en su relación con la transformación de energía, dada la importancia del nitrógeno y el fósforo en el desarrollo de la planta, si se llega a romper el balance de estos nutrientes en el sistema con solo extraerlos del suelo, la fertilidad del mismo bajará y como consecuencia el rendimiento disminuirá. Sin embargo, la planta de frijol responde significativamente al abonamiento fosfatado, lo cual puede ser una respuesta a

los bajos niveles de fosforo disponible en el suelo. Los suelos aparentemente poseen niveles, ya que solo en ocasiones se presenta respuesta a este nutriente.

El uso de fertilizantes se ha vuelto indispensable debido a la baja fertilidad en la mayoría de los suelos para los altos rendimientos y la buena calidad que se esperan en la actualidad, por lo que hacer un uso adecuado de ellos es importante para una agricultura sostenible. Los suelos contienen todos los elementos esenciales para el desarrollo y la producción de la planta; sin embargo, en la mayoría de los casos, no en las cantidades suficientes para obtener rendimientos altos y de buena calidad, por lo que es indispensable agregar los nutrimentos por medio de fertilizantes, sin el uso de fertilizantes, los rendimientos serán cada vez más bajos debido al empobrecimiento paulatino del suelo por la extracción de nutrimentos en la cosecha. Un suelo infértil produce menos, tiene menor cubierta vegetal y está más expuesta a la erosión. El uso adecuado de fertilizantes requiere conocer sus características, su efecto en las plantas y en el suelo, las formas de aplicación y como se deriva o se prepara una dosis de fertilización con base en los fertilizantes disponibles.

4.7 Tipos de fertilizantes

Fertilizantes orgánicos

Son los formados naturalmente bien por vía animal o vegetal, como por ejemplo el estiércol, la composta, el yeso agrícola, humus de lombriz, cenizas, turba, guano o los residuos de otras cosechas.

Su misión es proporcionar al suelo el nitrógeno orgánico necesario para que las bacterias lo conviertan en inorgánico y sea absorbido por las raíces de las plantas. Estas sustancias son denominadas de acción lenta, ya que se va descomponiendo poco a poco, siempre en relación con las temperaturas, la humedad y el tipo de terreno. Otro punto a tener en cuenta es que su uso consigue mejorar el terreno, al mezclarse con la tierra ayudan a la aireación favoreciendo la retención de agua y nutrientes.

Su principal desventaja radica en que al ser de lenta liberación no pueden ser utilizados por los cultivos con rapidez, y en caso de necesidades urgentes de nutrientes, estos no se encuentran disponibles de forma inmediata. Por otro lado, estos abonos orgánicos pueden causar una disminución temporal del nitrógeno debido a su acción bacteriana.

Este tipo de abonos son imprescindibles y forman parte de las técnicas para la agricultura ecológica.

Cuadro 8. Clasificación, símbolo, forma absorbida y síntomas de deficiencia de los nutrientes.

Clasificación	Nombre y símbolo	Forma absorbida	Síntomas de deficiencia	
Sin clasificación	Carbono (C).	CO ₂		
	Hidrogeno (H).	H ₂ O		
Primarios	Oxígeno (O)	O ₂	Clorosis en las hojas viejas.	
	Nitrógeno (N)	NH ₄ + NO ₃		
Secundarios	Fosforo (P)	H ₂ PO ₄ , HPO ₄	Hojas con margen color purpura	
	Potasio (P)	K ⁺	Hojas con margen cloróticas Achaparramiento y raíces cortas.	
	Calcio (Ca)	Ca(NO ₃) ₂		
	Magnesio (Mg)	Mg ⁺⁺	Hojas con clorosis intervenal.	
Micronutrientes	Azufre (S)	SO ₄ , SO ₂	Hojas jóvenes cloróticas y poco desarrolladas	
	Hierro (Fe)	Fe ⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺	Hojas con clorosis intervenal.	
	Manganeso (Mn)	Mn ⁺⁺	Clorosis intervenal	
	Boro (B)	H ₂ BO ₂	Poco crecimiento apical y puntos cloróticos.	
	Zinc (Zn)	Zn ⁺⁺	Hojas jóvenes con clorosis intervenal.	
	Cobre (Cu)	Cu ⁺⁺	Hojas jóvenes amarillas y poco desarrolladas.	
	Molibdeno (Mo)	Mo ₄		
			Hojas con clorosis y achaparramiento	
		Cloro (Cl)	Cl ₂	Hojas marchitas, cloróticas y raíz corta.

Abonos orgánicos

Entre los principales abonos orgánicos figuran los estiércoles como son de bovinos, equinos, caprinos, gallinaza, la incorporación de los residuos de cosecha anteriores, esquimos; estos se deben aplicar entre 20 – 30 toneladas por hectárea para obtener una respuesta favorable (Buckman y Brady, 1996).

Biofertilizantes

Son aquellos compuestos que contienen microorganismos vivos (bacterias y hongos). Su aplicación, hace que estos microorganismos se desarrollen en simbiosis con la planta o en la raíz, ayudándola en sus procesos naturales y consiguiendo que el terreno incremente los nutrientes primarios.

Estos microorganismos se encuentran de forma natural en todos los terrenos que no hayan sido tratados de forma excesiva con fertilizantes y consiguen fijar el nitrógeno atmosférico, la solubilización del fósforo, la antibiosis estimulando el desarrollo vegetal y protegiendo a la planta de microorganismos patógenos del suelo.

Los biofertilizantes son muy respetuosos con el medio ambiente y permiten reducir costos de producción.

Cuadro 9. Tipos de biofertilizantes.

Tipo	Modo de acción	Microorganismos involucrados
a) Fijadores de nitrógeno.	<p>Tienen la capacidad de transformar el nitrógeno atmosférico en amonio y suministrarlo a los cultivos mediante varios procesos.</p> <p>Fijación simbiótica de nitrógeno</p> <p>Se presenta una relación mutualista entre el microorganismo (huésped) y a planta (hospedero).</p> <p>El proceso se realiza en estructuras especializadas (nódulos)</p> <p>Relación leguminosa y Rhizobium.</p> <p>Puede suplir de 40 a más de 300 kg de N/ha/año, dependiendo de cultivo.</p> <p>Fijación no simbiótica de nitrógeno</p> <p>Este proceso se presenta sin necesidad de una relación mutualista.</p> <p>La asociación se encuentra en una amplia gama de cultivos de interés agrícola.</p> <p>Dentro de los microorganismos que tienen esta capacidad se encuentran: bacterias con vida libre (azobacter, Azospirillum, Clostridium)</p> <p>Algas verde azules (Anabaena, Nostoc)</p>	<p>Leguminosas y Rhizobium</p> <p>Plantas actinorrizicas Y Frankia.</p> <p>Liquen y cianobacterias.</p> <p>bacterias con vida libre (azobacter, Azospirillum, Clostridium)</p> <p>Algas verde azules (Anabaena, Nostoc).</p>

b) solubilizadores de fosforo	<p>Paso de formas orgánicas a inorgánicas insolubles o solubles mediado por microorganismos. Esta liberación de fosfatos insolubles a formas disponibles para las plantas se obtiene mediante los siguientes procesos:</p> <p>1) quelacion:</p> <p>Quelatos de Ca, Mg y Fe hechos por microorganismos. Se logra desestabilizar el fosforo y lo hace soluble.</p> <p>2) reducción del Fe:</p> <p>La forma del hierro Fe+2 es más soluble que Fe+3, el fosfato de Fe se desestabiliza y se libera del difosfato.</p> <p>3) producción de ácidos orgánico:</p> <p>Los microorganismos producen y liberan algunos ácidos orgánicos que reaccionan con aniones fosfato fijados, lo que permite su solubilización. Algunos ejemplos de este proceso son:</p> <p>Ácido nítrico (Nitrosomas)</p> <p>Acido carbónico (todos los productores de CO₂)</p>	<p>Los microorganismos que actúan en la solubilizacion ocupan el 10% de la población del suelo.</p> <p>Se encuentran en la rizosfera y algunos generos son:</p> <p><i>Pseudomonas putida,</i> <i>Mycobacterium,</i> <i>Micrococcus, Bacillus subtilis, Thiobacillus, Penicillium bilaji,</i> <i>Aspergillus niger</i></p>
c) captacion de fosforo	<p>Otro grupo de microorganismos ampliamente conocidos y estudiados, tienen la capacidad de amentar el área de captación y absorción de nutrientes principalmente el fosforo, a través de las raíces.</p>	<p>Tipos:</p> <p>Ectotroicas (arboles de zonas templadas)</p> <p>Endotropicas (cultivos de interés económico).</p>
d) promotores de crecimiento	<p>Estos son microorganismos que durante su actividad metabólica, son capaces de producir y liberar sustancias reguladoras de crecimiento para las plantas</p>	<p>Algunos microorganismos son:</p>

Gibberella (*fusarium moniliforme*) giberelina

Anabaena, Nostoc – ácido indolacético

Diplodia macrospora – auxinas

Phomopsis – auxinas

Trichoderma - giberelinas

Fuente: Centro de investigaciones agronómicas, 2016

Materia orgánica

La materia orgánica junto con el aire, agua y minerales es uno de los componentes básicos del suelo. Se define como el conjunto de componentes orgánicos, de origen animal o vegetal, que se encuentra en diferentes estados de descomposición o transformación (Cosmocel, 1998).

La materia orgánica está constituida de microorganismos y animales pequeños, vivos o muertos; y de materiales en descomposición. Un suelo con buena estructura permite que las raíces penetren mejor. Se estima, que la composición de la materia orgánica en el suelo estaría definida por: un 10 % de carbohidratos; un 10% de compuestos nitrogenados incluyendo proteínas, péptidos, aminoácidos, amino azúcares, purinas, pirimidinas y otros compuestos, un 15% de grasas, ceras, resinas, etc.; y un 65% de sustancias húmicas. Evidentemente

estos porcentajes son variables y altamente dependientes de numerosos factores externos e internos (Schnitzer, 1990).

Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados.

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas.

Tipos de abonos orgánicos

Los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol.

La estimación de la cantidad producida por un animal, se puede calcular de la siguiente forma:

Peso promedio del animal x 20 = cantidad de estiércol/animal/año.

La calidad de los estiércoles depende de la especie, del tipo de cama y del manejo que se le da a los estiércoles antes de ser aplicados. El contenido promedio de elementos químicos es de 1,5% de N, 0,7% P y 1,7% K.

Los estiércoles mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad no menor de 10/ha al año, y de preferencia de manera diversificada. Para obtener mayores ventajas deben aplicarse después de ser fermentados, y de preferencia cuando el suelo está con la humedad adecuada.

Cuadro 10. Composición química del estiércol.

Elementos	Estiércol vacuno %	Gallinaza	%	Estiércol porcino %	Estiércol ovino %
Nitrógeno	2 – 8	5 – 8		3 – 5	3 - 5
Fosforo	0.2 – 1.0	1 – 2		0.5 – 1.0	0.4 – 0.8
Potasio	1- 3	1 – 2		1 -2	2 - 3
Magnesio	1.0 – 1.5	2 – 3		0.08	0.2
Sodio	1 – 3	1 – 2		0.05	0.05
Sales solubles	6 – 15	2 – 5		1 – 2	1 – 2

Fuente: Miller and Donahue, 1995.

Humus de lombriz

Se denomina humus de lombriz a los excrementos de las lombrices dedicadas especialmente a transformar residuos orgánicos y también a los que producen las lombrices de tierra como sus desechos de digestión. La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) se ha adaptado muy bien a nuestras condiciones y está muy difundida en las diferentes regiones del país. El humus es el abono orgánico con mayor contenido de bacterias, tiene 2 billones de bacterias por gramo de humus; por esta razón su uso es efectivo en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo. El humus debe aplicarse en una cantidad mínima de 3t por año. Su uso se justifica principalmente para la fertilización integral (orgánica-mineral) en cultivos de alta rentabilidad, particularmente hortalizas. La forma de aplicación más conveniente es localizar el humus en golpes entre las plantas o en bandas.

Cuadro 11. Análisis promedio del humus de lombriz de tierra.

Materia orgánica	15-30%
Nitrógeno	1-3%
Fosforo	1-3%
Potasio	1-2%
Calcio	1-2%
pH	6,5-7,5

Contenido bacteriológico: más de 200 millones por gramo.

Fuente: Lombricultores Argentinos, 1987.

Humus líquido

Conocido hace más de una década, el humus líquido, la mayoría de las veces no es más que un lixiviado de humus, obtenido por extracción con agua del sólido. Los lixiviados contienen una cantidad a menudo del solo el 1% de los presentes en el sólido, pero acrecientan la producción significativamente en algunos cultivos; por otra parte los resultados son muy favorables sobre el control de hongos patógenos. La base para cultivar los microorganismos del humus líquido se obtiene, generalmente, mezclando partes iguales de agua y humus (Schuldt, 2006).

Este fertilizante orgánico por excelencia es el producto que sale del tubo digestor de la lombriz. Puede servir como abono natural, mejorador del suelo y enmienda

orgánica. Por lo tanto, se llega a la conclusión y existen evidencias contundentes de que el lixiviado Humus Líquido de Lombriz:

- Aumenta la biomasa de micro flora y micro fauna (micro organismos) presentes en los suelos agrícolas y de la ciudad.
- Estimula el desarrollo, crecimiento, madurez y salud radicular.
- Mantiene y retiene la humedad en del suelo por más tiempo.
- Reduce la conductividad de los suelos salinos a través del agrupamiento de arcillas.
- Balancea y corrige el pH en suelos ácidos (lo nivela a 7.5 o 7.8).
- Equilibra el desarrollo de hongos benéficos presentes en el suelo.
- Aumenta la producción en los cultivos agrícolas, huertos familiares y huertos productivos.
- Disminuye la actividad de áfidos y otros parásitos peligrosos para el mundo vegetal.
- Excelente interacción de la actividad de muchos pesticidas y fertilizantes del mercado.
- Su aplicación limita la contaminación de químicos en los suelos por uso inapropiado de agroquímicos.
- Es rápidamente asimilado por la raíz y por las estomas del tejido vegetal.

Fuente: Lombricultores Argentinos, 1987

Efectos del humus líquido, para prevenir las enfermedades:

*Inhibición de la germinación de las esporas (de patógenos) en plantas enfermas.

*Detener hasta cierto punto la expansión de la lesión en la superficie de la planta.

*Competencia con los microorganismos por alimento, nutrientes y sitios importantes de la planta y la raíz.

*Depredación de los microorganismos que causan la enfermedad.

*Eliminación de los organismos con producción de antibióticos naturales provenientes de los procesos de las lombrices, protozoarios y hongos.

*Incremento de la salud de la planta y, con esto, su habilidad de defensa a las enfermedades en general.

Cuadro 12. Propiedades físico-químico y biológicas del humus líquido de lombriz.

pH	6.5 – 7.5
% De materia orgánica	35 – 60 %
% N ₂	1.2 – 2.0 %
% P ₂ O ₅	0.5 – 1.5 %
% K ₂ O	0.3 – 1.2 %
Relación C/N	8.0 – 11.0
Bacterias benéficas	10.76 – 10.82 u.f.c.
Hongos benéficos	10.36 – 10.42 u.f.c.
Actinomicetos	10.69 – 10.64 u.f.c.
% Nitrógeno total	1.8 – 2.3%
Contenido energético	0.670 kcal/100 gr
% Proteína	7.37 %
Densidad	1.049KG/L

4.8 Plagas y enfermedades

Cuadro 13. Principales plagas del cultivo del frijol.

Plaga	Daños causados al cultivo	Cuando combatirlos
Picudo del ejote <i>(Apion godmani)</i>	En el campo el daño principal lo causan las hembras al alimentarse de los tejidos de las vainas y de las semillas en desarrollo. Las vainas atacadas se deforman, se tuercen y se tornan flácidas.	Al iniciarse la floración durante la formación de vainas. Puede ser necesario aplicar dos veces a intervalo de die días.
Chicharrita <i>(Empoasca spp)</i>	Se alimenta de la planta causando clorosis en la forma de putas amarillas o blancas. Los daños más severos producidos por esta especie son: Quemadura de chicharrita. Se caracteriza por la distorsión de las nervaduras de las hojas y amarillamiento del tejido alrededor del margen y punta de la hoja. Achaparramiento y enanismo del frijol. Se ha encontrado que algunas especies pueden producir ciertas toxinas dañinas o bien servir como vectores de ciertos virus como el virus del mosaico.	Al haber dos o tres chicharritas por hoja.
Conchuela. <i>(Epilachna varivestis)</i>	Estos insectos se alimentan del follaje tierno y después de diez días empiezan a ovipositar en el envés de la hoja en forma de masas que pueden ser de 60 huevecillos, de los que al eclosionar las larvas se alimentan del envés de las hojas.	Al existir dos o tres grupos por metro lineal.

<p>Mosquita blanca. (<i>Tiraleurodes vaporariorum</i>)</p>	<p>El daño es provocado tanto por larvas como por adultos alimentándose de la savia. Las plantas atacadas carecen de vigor, se vuelven amarillentas y por último mueren.</p>	<p>25 días después de la siembra, cuando ha terminado el efecto residual del insecticida sistémico de la semilla, determine la necesidad de hacer la primera aplicación foliar con base al umbral de acción.</p>
<p>Minador de la hoja. (<i>Lyriomyza spp.</i>)</p>	<p>Estas moscas son muy abundantes los primeros días de nacida la planta y se alimentan de ellas, las larvas penetran la hoja por lo que después se observa desfigurada posteriormente se presentan manchas necróticas y por último se seca.</p>	<p>Cuando se observen 2 hojas minadas de cada 100.</p>
<p>Diabrotica. (<i>Diabrotica spp</i>)</p>	<p>Distribución de las hojas (oquedades semicirculares), principalmente cuando la planta alcanza 30 días de nacida. Causante del virus del mosaico del enanismo del frijol (vector)</p>	<p>El control se debe realizar en las primeras tres semanas cuando se tenga una población mayor a 3-4 insectos por planta.</p>
<p>Gorgojo del frijol (<i>Acanthoscelides obtectus</i>)</p>	<p>Se desarrolla continuamente en las semillas secas. Si son almacenadas en lugares tibios y todos los estadios pueden encontrarse en el mismo almacén.</p>	<p>Para evitar infestaciones en campo, se debe aplicar control químico al follaje durante el periodo en que vuelen los adultos para evitar que sean puestos los huevecillos.</p>

Fuente: Burciaga V. M, 2009.

Cuadro 14. Principales enfermedades del cultivo del frijol.

Enfermedad	Daños causados al cultivo	Cuando controlarlos
Antracnosis <i>(Colletotrichum indemuthianum)</i>	En los ejotes se presentan marcas circulares de 1 – 10 mm. De color rojizo y bordes oscuros, las depreciaciones de dichas manchas pueden llegar hasta la semilla.	Cuando se presenta más del 5% y existe una humedad mayor al 50 %
Roya <i>(Uromyces phaseoli typica Arth)</i>	Puede infectar hojas y vainas y en ocasiones tallos y ramas, los primeros síntomas son pústulas en el envés de las hojas. Estas postulas son de color café rojizo y aumentan su tamaño hasta cubrir por completo la hoja.	Con días nublados o con lluvia se deben intensificar los muestreos ya que esto favorece la incidencia, identificar cinco puntos al azar y muestrear por lo menos 20 plantas de cada punto.
Pudriciones radicales <i>(Rhizoctonia solani)</i>	Las plantas dañadas son arrancadas fácilmente por la destrucción de su sistema de anclaje mostrando como principales síntomas una clorosis generalizada, muerte de las hojas inferiores.	El desarrollo de estas enfermedades se caracteriza por ser muy lento y causa severa daño solo bajo condiciones de alta humedad en suelo y uso de variedades susceptibles.
Mancha angular <i>(Isariopsis griseola Sacc)</i>	Es considerada de menor importancia aunque se ha detectado presencia en todo el país. Bajo condiciones favorables puede causar severas defoliaciones afectando directamente al rendimiento. Ocasiona manchas de forma angular en las hojas y vainas.	El control de esta enfermedad radica en el uso de variedades resistentes o tolerantes al patógeno. No se sugiere la aplicación de productos ya que los daños están considerados de leves a moderados.
Moho blanco <i>(Sclerotinia sclerotiotum)</i>	Esta enfermedad presenta una gran cantidad de micelio blanco a nivel del cuello de la planta. En el caso de frijol ejotero cuando no se seca correctamente aparece gran cantidad de micelio blanquecino el cual pudre rápidamente la cosecha del ejote.	Esta enfermedad es muy difícil de controlar bajo condiciones de campo y se recomienda llevar a cabo rotaciones de cultivo de 3- 5 años para eliminar la posibilidad de nuevas infecciones.

Fuente: Burciaga V. M, 2009.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización geográfica

El experimento se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Buenavista Saltillo, Coahuila, la cual se ubica geográficamente en las coordenadas 25°22" altitud norte y 110° 00" longitud oeste con una altitud sobre el nivel del mar de 1747m sobre el nivel del mar. La zona de estudio tiene un clima de BMW (X); de muy seco a semiárido con invierno fresco, extremoso con lluvias en verano y una precipitación media anual de 298.5mm, siendo los meses de junio a octubre los más lluviosos y marzo el más seco, una temperatura media anual de 19.8 °C. El clima está clasificado como seco árido (Mendoza, 1983).

5.2 Material genético

Se utilizó la variedad de frijol ejotero, denominada Black Valentine.

Cuadro 15. Descripción de la variedad.

Características	Black Valentine
Origen	USA
Crecimiento	Determinado
Tamaño	2.5cm
Color de testa	Blanco
Forma	Arriñonada
Color de la flor	Violeta
Días de emergencia	8- 12 días
Promedio de longitud de vainas	10 cm
Días a floración (a partir de la siembra)	45 días
Ciclo vegetativo	110 – 120 días
Dosis de siembra	75 – 80 kg/ha

5.3 Materiales utilizados

Para las diversas actividades de trabajos de campo se emplearon principalmente herramientas como azadones para levantar surcos, levantar pasillos, zanjias y efectuar los riegos rodados, cinta de medir para marcar los surcos lo más preciso posible, pala de riego, rastrillo para emparejar el terreno, hilo para el trazo de

surcos, humus de lombriz líquido como fertilizante (drench) e insecticidas a base de los siguientes ingredientes activos: (cipermetrina, diazinon e imidacloprid).

5.4 Preparación del terreno

El trabajo se estableció en un área dentro de la UAAAN comúnmente llamada bajío, la cual se utiliza para siembras experimentales. Previo a la siembra se realizaron labores de barbecho, rastreo y posteriormente se realizó la nivelación, surcado.

La siembra se realizó el día 25 de mayo del año 2015. La distancia entre surcos fue de 80 cm dejando un metro en cada extremo como pasillo y una distancia entre planta de 15 cm. se establecieron 12 surcos de la misma variedad, el tamaño de la parcela fue de 10 metros de largo por 10 metros de ancho. Los datos tomados para la evaluación fueron tomados de 20 plantas al azar para las evaluaciones de los efectos en la dosis de fertilización.

5.5 Manejo agronómico

Después de la preparación del terreno se procedió a la siembra la cual fue directa por el método denominado chorrillo. Se le aplicaron riegos cada diez días por el método de riego rodado o de inundación, se aplicaron dosis de fertilización

diferentes para cada tratamiento exceptuando al testigo el cual consistió en preparar tres dosis con diferente concentración de lixiviado de humus de lombriz.

Cuadro 16. Dosis de fertilización y fecha de aplicación, para cada tratamiento.

Tratamiento	Dosis	1er aplicación	2da aplicación	3ra aplicación
T1	1L de lixiviado / 20l de agua	22 de junio 2015	2 de julio 2015	12 de julio 2015
T2	2l de lixiviado / 20 l de agua	22 de junio 2015	2 de julio 2015	12 de julio 2015
T3	3l de lixiviado / 20 l de agua	22 de junio 2015	2 de julio 2015	12 de julio 2015
T4	Testigo	22 de julio 2015	2 de julio 2015	12 de julio 2015

Se realizaron tres aplicaciones de lixiviado de humus de lombriz en las fechas antes mencionadas con las dosis previamente establecidas para cada tratamiento.

Riegos

Al tratamiento se le aplico un riego una semana antes de la siembra para que el suelo conservara algo de humedad y facilitara su manejo con láminas de riego de 5 a 10cm, después se le aplicaron riegos cada diez días cumpliendo así un total de cuatro riegos.

Cuadro 17. Riegos aplicados, durante el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol.

Fecha de riego	Volumen de lamina
18 de mayo 2015	10cm
28 de mayo 2015	8cm
8 de junio 2015	5cm
16 de junio 2015	10 cm
26 de junio 2015	5 cm

Control de plagas

Se realizó la aplicación de insecticidas en las fechas 9 de junio y 10 de julio, debido a una pequeña incidencia de mosquita blanca y diabrotica (*bemisia tabaci* y *diabrotica balteata*), en donde el control fue oportuno y no se presentó un daño mayor por las plagas, antes mencionadas.

Cosecha

La cosecha se realizó el día 3 de agosto del 2015, cuando ya la vaina presentaba indicios de secado y deshidratación, para posteriormente almacenarla bajo condiciones ideales.

5.6 Variables evaluadas

Altura de planta

Esta variable se evaluó con la ayuda de una cinta métrica, en donde se tomó la altura de 5 plantas al azar con 3 repeticiones, para cada tratamiento. Midiendo de la base de la planta, hasta la parte superior.

Cobertura

Para la evaluación de esta variable se midieron 5 plantas de cada tratamiento por tres repeticiones en plantas con competencia completa con el fin de determinar el follaje de la planta de frijol.

Numero de vainas por planta

Se realizó el conteo de las vainas obtenidas en cada una de las plantas evaluadas al azar, para llevar a cabo la evaluación de esta variable.

Numero de granos por vaina

En las plantas seleccionadas al azar en competencia completa, se contabilizó el número de granos de cada planta en cada una de sus repeticiones y tratamientos.

5.7 Diseño experimental

El diseño completamente al azar se utiliza cuando las unidades experimentales son homogéneas o relativamente homogéneas, de tal forma que no es posible identificar un gradiente de variabilidad entre ellas.

Para el presente trabajo de investigación, se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones para cada tratamiento. Asimismo,

en las variables evaluadas en donde se detecte diferencia mínima significativa, se realizará una prueba de comparación de medias.

El modelo estadístico del diseño experimental utilizado es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = observaciones del i – esimo tratamiento en la j –esima repetición.

$i = 1, 2, 3, 4, \dots, t$ (número de tratamientos).

$j = 1, 2, 3, \dots, r$ (número de repeticiones).

μ = efecto verdadero de la media general.

T_i = Es el efecto del i – ésimo tratamiento.

ε_{ij} = efecto del error experimental.

Para los análisis estadísticos de las variables evaluadas, se utilizó el programa de diseños experimentales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2004).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la actualidad en Estados Unidos y Francia se han obtenido más de 120 cultivares de frijol ejotero dentro de los que se encuentra “Black Valentine” (Adsule *et al.*, 2004) que presentan alto potencial productivo bajo condiciones de riego (más de 10 t·ha⁻¹). Sin embargo, el rendimiento de este cultivo, así como sus componentes directos (número de vainas, número de hojas y área foliar), son influidos por condiciones edáficas y ambientales (Roy *et al.*, 2000; Abdel-Mawgoud *et al.*, 2005), específicamente por la cantidad y distribución de la precipitación (Roy *et al.*, 2000), la temperatura (Tsukaguchi *et al.*, 2005) y de la evapotranspiración (Omae *et al.*, 2007). Además, la calidad nutrimental del ejote es afectada por los cambios en los elementos del tiempo (Salinas *et al.*, 2008)

Los objetivos de la investigación fueron estudiar el efecto que tiene la fertilización orgánica en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de frijol ejotero, su efecto en el rendimiento de ejote y sus componentes directos, así como el número de granos por vaina.

A continuación, se presentan los resultados de los diversos análisis de varianza en las variables evaluadas.

Cuadro 18. Análisis de varianza de la variable altura de planta en frijol ejotero.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	5.7444141	1.914714	0.1968	0.895
Error	8	77.832031	9.729004		
Total	11	83.576172			
CV (%)	7.29				

Cuadro 19. Tabla de medias para la variable altura de planta.

Tratamiento	Repetición	Media
1	3	42.006
2	3	43.799
3	3	43.033
4	3	42.320

Para la variable altura de planta, no se realizó la comparación de medias, porque no hay diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Cuadro 20. Análisis de varianza de la variable cobertura de planta en frijol ejotero.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	108762.00	36254.00	0.5873	0.643
Error	8	493856.00	61732.00		
Total	11	602618.00			
CV (%)	18.6				

Cuadro 21. Tabla de medias para la variable cobertura de planta en frijol ejotero.

Tratamiento	Repetición	Media
1	3	1404.60
2	3	1380.88
3	3	1382.56
4	3	1170.55

Para la variable cobertura de planta, no se realizó la comparación de medias, porque no hay diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Cuadro 22. Análisis de varianza de la variable número de vainas por planta en frijol ejotero.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	5.450439	1.826823	0.1296	0.939
Error	8	112.186279	14.023285		
Total	11	117.636719			
CV (%)	22.45				

Cuadro 23. Tabla de medias para la variable número de vainas por planta en frijol ejotero.

Tratamiento	Repetición	Media
1	3	15.86
2	3	16.66
3	3	16.46
4	3	17.73

Para la variable número de vainas, no se realizó la comparación de medias, porque no hay diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Cuadro 24. Análisis de varianza de la variable número de granos por vaina en plantas de frijol ejotero.

FV	GL	SM	CM	F	P>F
Tratamiento	3	0.223114	0.074371	0.6403	0.613
Error	8	0.929138	0.116142		
Total	11	1.152252			
CV (%)	7.72				

Cuadro 25. Tabla de medias para la variable número de granos por vaina en plantas de frijol ejotero.

Tratamiento	Repetición	Media
1	3	4.28
2	3	4.27
3	3	4.59
4	3	4.50

Para la variable número de granos por vaina, no se realizó la comparación de medias, porque no hay diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

VII. CONCLUSIONES

Los resultados de la evaluación del comportamiento del humus líquido de lombriz en la producción del frijol ejotero en los diversos tratamientos y variables evaluadas, no mostro diferencia significativa entre tratamientos con la aplicación de fertilizantes orgánicos en la variedad Black Valentine.

Por lo anterior, se recomienda para futuros trabajos de investigación evaluar el comportamiento del humus líquido de lombriz a diferentes dosis en diversos genotipos de frijol, para encontrar una mejor respuesta en las diversas variables a nivel de planta para una adecuada evaluación del comportamiento agronómico de la planta de frijol ejotero.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Abdel-Mawgoud, A. M. R.; El-Desuki, M.; Salman, S. R.; About-Hussein, S. D. 2005. Performance of some snap bean varieties as affected by different levels of mineral fertilizers. *Journal of Agronomy* 4(3): 242-247. doi: 10.3923/ja.2005.242.247

Adsule, R. N.; Deshpande, S. S.; Sathe, S. K. 2004. *Tratado de Ciencia y Tecnología de las Hortalizas*. Editorial Acribia, S.A. D. F., México. 739 p.

AGRITECH, 2018. Agritech disponible en: <http://www.agritech.com.mx/contacto/>.
Fecha de consulta octubre 2018

Anónimo. 2002. *Statistical Analysis System Institute. SAS Proceeding Guide, Versión 9.0*. SAS Institute. Cary, NC. USA.

Barrios-Gómez, E. J.; López-Castañeda, C. 2009. Temperatura base y tasa de extensión foliar en frijol. *Agrociencia* 43(1): 29-35.
<http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2009/ene-feb/art-4.pdf>

Buckman, H, O Y C. N. Brady 1996. *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Primera Edición. Ed. Montaner y Simón, S. A. España 528 – 540 pp.

Burciaga V, M, 2009 Tesis, estudio de dos variedades de frijol ejotero en la región de Buenavista Saltillo, Coahuila,

Camargo. M. E. 1999. Efecto nematodo tático de un producto orgánico líquido en frijol (*phaseolus vulgaris*). Bajo condiciones de invernadero. Tesis licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo. Coahuila, México. Páginas 18.

CIAT 1984. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia. Pag. 17-18

Cosmocel, S. A. de C.V. 1998. Fertilizantes Ácidos Orgánicos. Boletín Técnico Informativo. México.

COVECA. 2011. Monografía del Frijol. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. Del Gobierno del Estado de Veracruz. 25 p

De la Cruz, B.J.A. 1995. Apuntes de cultivos básicos. Licenciatura UAAAN. Pp. 21-24, 29.

Debouok D. G. R. Hidalgo H. 1984. Morfología de la planta de frijol común (*phaseolus vulgaris*). Guía de estudio 2nd. CIAT. Serie 04sb-09-01. Cali. Colombia 55p.

El control orgánico de plagas y enfermedades de los cultivos y la fertilización natural del suelo. Guía práctica para los campesinos en el bosque seco (2007)

Escalante E., J. A.; Escalante E., L. E.; Rodríguez G., M. T. 2001. Producción de frijol, en dos épocas de siembra: su relación con la evapotranspiración, unidades calor y radiación solar en clima cálido. Terra 19(4): 309-315.

Escalante E., J. A.; Kohashi, J. S. 1993. El Rendimiento y Crecimiento del Frijol. Manual para toma de datos. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 84 p.

Escalante E., J. A.; Rodríguez G., M. T. 2008. Phenology, growth analysis and yield of beans in alkaline soils. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 51: 238-239.

Escalante E., J. A.; Rodríguez, M. T.; De Haro, A.; Fereres, C. E. 1998. Acquisition, partitioning and remobilization of nitrogen and their relationship to seed yield in mediterranean sunflower. HELIA 21(29): 81-94. [

Escalante-Estrada, J. A.; Rodríguez-González, M. T. 2010. Growth analysis, phenology, heat units and growth habit in beans (*P.vulgaris* L.). Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 53: 248-249.

Esquivel-Esquivel, G.; Acosta-Gallegos, J. A.; Rosales-Serna, R.; Pérez-Herrera, P.; Hernández-Casillas, J. M.; Navarrete-Maya, R.; Muruaga-Martínez, J. S. 2006. Productividad y adaptación de frijol ejotero en el valle de México. Revista Chapingo Serie Horticultura 12(1): 109-116.

FAO, 2014. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en <http://www.fao.com/judiaverde>. Fecha de consulta Octubre, 2018.

Fertilizante.info, 2018 fertilizantes e información. Disponible en <http://www.fertilizante.info/>. Fecha de consulta octubre 2018.

FIRA. 2018 Fideicomisos Unidos en Relación con la Agricultura. Disponible en: <https://www.fira.gob.mx/Nd/index.jsp>. Fecha de consulta. Septiembre, 2018.

Hernández-López, V.M., Vargas-Vázquez L., Muruaga-Martínez, J.S., Hernández-Delgado S, Mayek-Pérez N. 2013. Origen, Domesticación y diversificación del frijol común. Avances y perspectivas. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 36 (2) 95-104. 2013.

Garcés, N.; M. Arteaga y I. Caro. 2004. Liplant, producto estimulante del crecimiento y desarrollo vegetal, En: XIV Congreso Científico. III taller de productos bioactivos, INCA, Cuba. Pp. 106–107, Resúmenes, La Habana, Cuba

García, E. L. 2005. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Cuarta edición. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F, México. 217 p.

Garduño-González, J.; Morales-Rosales, E. J.; Guadarrama-Valentín, S.; Escalante-Estrada, J. A. 2009. Biomasa y rendimiento de frijol con potencial ejotero en unicultivo y asociado con girasol. Revista Chapingo Serie Horticultura 15(1): 33-39. <http://www.chapingo.mx/revistas/viewpdf/?id>

Hocde, Hernández, J. C. Araya, R. Bermúdez, Alexis. Bermúdez, Tali. Morena, Juan 2000. Proceso de Fitomejoramiento participativo con frijol en Costa Rica.

Infoagro. 2015. Información técnica agrícola. Disponible en: <http://www.infoagro.com/>. Fecha de consulta. Octubre, 2018.

Isely, D., 1990. Leguminosae (Fabaceae). Vascular Flora of the Southeastern United States. Vol. 3. The University of North Carolina Press. North Caroline, USA

KAPLAN, L. 1965. Archeology and domestication of Phaseolus (beans) in American. Economic Botany 19(4): 358-368. doi: 10.1007/BF02904806.

Manual de lombricultura, 2016. Manual de lombricultura, aprendizaje difusión y conciencia. Disponible en: <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/26443.html>. Fecha de consulta: octubre 2018

Mendoza H. J. M. Diagnostico Climatico para la zona de influencia inmediata a la UAAAN.

Meza, M. A. 1995. Evaluación de los ácidos húmicos (Humiplex plus) a diferentes dosis en el cultivo del frijol ejotero (Phaseolus Vulgaris L.) en Buenavista, saltillo, tesis. Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Miller, R.W. and Donahue, R.L. 1995. Soils in our environment. 7th ed. Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ. P 40.

Ministry of Agriculture, Fisheries and Food 2000. Fertiliser recommendations for agricultural and horticultural crops. Londres. Pag 24.

Muñoz G. G. J. Fernandez 1993. Descripción Varietal. Arroz, Frijol. Maiz y Sorgo. CIAT. Cali Colombia

Oscar Acuña N. Laboratorio de Bioquímica de procesos orgánicos. Centro de investigaciones agronómicas. Artículo 2016 San José Costa Rica.

Parson, D.B 1990. Frijol y chícharo. 2 da Edición. México Editorial SEP-Trillas, México. Pp. 9, 11, 12, 16,21 y 22

Principales enfermedades del frijol ejotero en las principales regiones productoras del estado de Morelos. INIFAP folleto técnico No 17 2002.

Quintero, I.; Álvarez, R.; Vilorio, O.; Zambrano, J.; Materano, W.; Maffei, M.; Valera, A. 2005. Evaluation of the agronomic potential and quality attributes in three varieties of green beans (*P. vulgaris* L.). Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture 49(19): 65-67. <http://www.pubhort.org/iasth/49/0019>.

Roy, G.; Laflame, L.; Tremblay, N. 2000. Évolution des calibres et des rendements de cultivars de haricot destinés à la transformation. Canadian Journal of Plant Science 80(4): 869-873. doi: 10.4141/P99-137

SAGARPA. 2018. Secretaria de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa>. Fecha de consulta septiembre 2018

Salinas R., N.; Escalante E., J. A.; Rodríguez G., M. T.; Sosa M., E. 2008. Rendimiento y calidad nutrimental de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L) en fechas de siembra. Revista Fitotecnia Mexicana 31(3): 235-241. <http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos>

Schnitzer, M. 1990. Selected methods for characterization of soil humic substances. En: p. McCarthy y Cols. (Ed.): humic substances in soil and crop sciences. ASA & SSSA. Madison: 65-89.

Schuldt, M. 2006. Lombricultura, teoría y práctica. Editorial Aedos. Mundi- Prensa Barcelona. Pag. 29 y 30.

Sosa De P., E. 1979. Manual de Procedimientos Analíticos Para Alimentos de Consumo Animal. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, México. 115 p.

SIAP. 2016 Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenDelegacion.

Fecha de consulta septiembre, 2018

White, W. J. 1985. Conceptos básicos de fisiología en frijol. In: Frijol, investigación y producción. Compilado y editado por M. López, F. Fernández y A. Schoonhoven. CIAT. Cali, Colombia. pp. 43-60. Silbernagel M J, W Janssen, J H Davis C, G Montes de Oca (1991) Snap bean production in the tropics: Implications for genetic improvement. In: Common Bean: Research for Crop Improvement. A van Schoonhoven, O Voysest (eds). CAB Int Centro Internacional de Agricultura Tropical. Pp: 835-862